

СЕКЦИЯ 5. ЭЛЕКТРОМАГНИТНИ ПРОЦЕСИ У ЕЛЕКТРИЧНИХ ТА ЕЛЕКТРОННИХ ПРИЛАДАХ

ВОЗДЕЙСТВИЕ СИЛЬНЫХ ИМПУЛЬСНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ КЛЕТКИ

Бойко Н.И., Макогон А.В, Цвиров М.С.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»,
кафедра «Инженерная электрофизика»,
ул. Фрунзе, 21, Харьков, Украина, 61002, qnaboyg@gmail.com

При создании новых технологий микробиологического обеззараживания пищевых продуктов и воды одной из наиболее перспективных является технология, в которой основным действующим фактором является напряженность сильного электрического поля $E \approx 40\text{--}120 \text{ кВ/см}$, наведенная в мембранах клеток инактивируемых микроорганизмов [1]. Источниками этого поля являются генераторы высоковольтных импульсов. При этом следует учитывать, что в мембранах живых клеток без какого-либо внешнего воздействия всегда существует собственная напряженность электрического поля $E_c \approx 10^7 \text{ В/м} = 100 \text{ кВ/см}$, т.е. «родное» поле в мембране клетки тоже сильное. Именно за счет этого поля осуществляется метаболизм, обмен клетки необходимыми веществами с внешней средой. С учетом того, что толщина клеточной мембраны составляет порядка 10 нм, на мембране имеется разность потенциалов порядка 0,1 В (потенциал Нернста). Считается, что эта разность потенциалов на мембране образуется естественным образом в основном за счет движения ионов калия и натрия. Наложение внешнего сильного поля на уже имеющееся в мембране поле может привести как к активации, так и к инактивации клеток микроорганизмов [2]. В упомянутой работе [2] показано, что для достижения необратимой инактивации клеток микроорганизмов сильным внешним электрическим полем должна быть достигнута критическая мгновенная температура. Она не превышает пастеризационной температуры и находится в диапазоне 55–60°C. А вот при воздействии сильных внешних полей без нагрева до мгновенной критической температуры микробные клетки могут не только не инактивироваться, но и показать через несколько дней после воздействия бурный рост своей численности. Можно предположить, что клетки микроорганизмов способны преобразовывать энергию электрического поля в биохимическую энергию и использовать последнюю в процессе жизнедеятельности.

В живой клетке протекают и физические, и химические, и биологические процессы. Биомолекулы могут быть исходно полярными. В

качестве примера приведем молекулу ДНК. Поэтому, по нашему мнению, правомерна следующая гипотеза. При воздействии сильных внешних, в том числе импульсных, электрических полей все указанные процессы в клетке претерпевают резкие изменения: под действием поляризации и других процессов, вызванных сильным внешним электрическим полем, возможны изменения структуры ДНК (как обратимые, так и необратимые), запускаются новые химические, биофизические и биологические процессы. Те изменения, которые при эволюции биологических видов за счет эволюции ДНК (по Alan Wilson) в естественных природных условиях занимают значительные исторические отрезки времени (миллионы лет) можно резко ускорить, запуская изменения структуры ДНК воздействием внешнего сильного импульсного электрического поля на биологические клетки, как прокариотические, так и эукариотические. Импульсы электрического поля тем лучше проникают через мембрану внутрь клетки, чем короче фронт импульса. Как показывают результаты исследований, желательно, чтобы длительность фронта импульсов не превышала 20 нс.

Следует учитывать, что, исходя из электрических характеристик элементов клетки (органелл, цитоплазмы, мембраны), при характерных временах воздействия сильного внешнего электрического поля в наносекундном диапазоне распределение напряженностей поля по элементам клетки обратно пропорционально диэлектрическим проницаемостям элементов. При более длительных воздействиях (в микросекундном диапазоне и больших) распределение напряженностей становится обратно пропорциональным удельным электропроводностям элементов клетки. Мембрана клетки является хорошим диэлектриком, и при характерных временах воздействия, превышающих 100 нс, практически все наведенное на клетке напряжение (разность потенциалов) прикладывается к мембране клетки, а электрическое поле внутри клетки не проникает.

Таким образом, наносекундные импульсы внешнего сильного электрического поля, воздействующие на биологические клетки, могут обеспечивать «питание» клеток путем накопления в них электрической энергии и преобразования ее затем в биохимическую энергию внутри клеток. Кроме того, воздействие на клетки такими импульсами может резко ускорить эволюцию биологических видов за счет резкого ускорения эволюции ДНК.

Список литературы

1. Barbosa-Canovas G.V Preservation of Foods with Pulsed Electric Fields. / Barbosa-Canovas G.V., Gongora-Nieto M.M., Pothakamury U.R., Swansson B.G. – Washington, San Diego: Academic Press, 1999. – 200 p.

2. Бойко Н.И. Влияние комплекса высоковольтных импульсов и других физических факторов на интенсивность размножения *Anabaena flos aquae* / . Бойко Н.И., Божков А.И // Биофизика. – 2002, - том 47, вып. 3. – С. 531-538.